



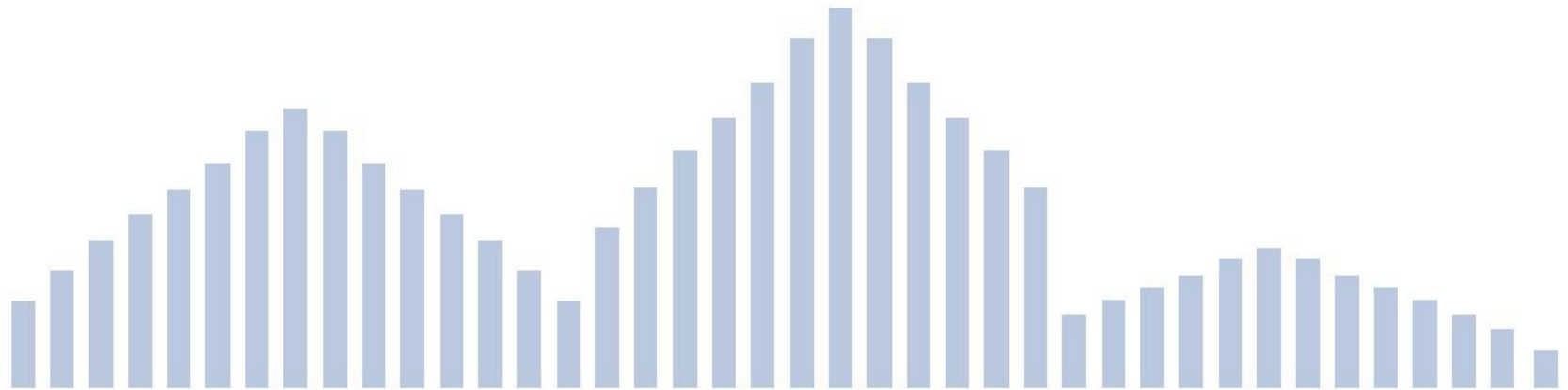
Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



IL PROFILO CLIMATICO LOCALE DEL COMUNE DI LIVORNO

Analisi climatica: scenari futuri



Relatore

Sara Bracaloni

Autore: Consiglio Nazionale delle Ricerche

Istituto di Biometereologia

Il progetto ADAPT

Assistere l'aDAttamento ai cambiamenti climatici dei sistemi urbani dello sPazioTransfrontaliero

Obiettivo:

Fornire una conoscenza della condizione climatica attuale e futura del comune di Livorno, fondamentale per i successivi studi di impatto legati al cambiamento climatico.

Descrizione del clima osservato

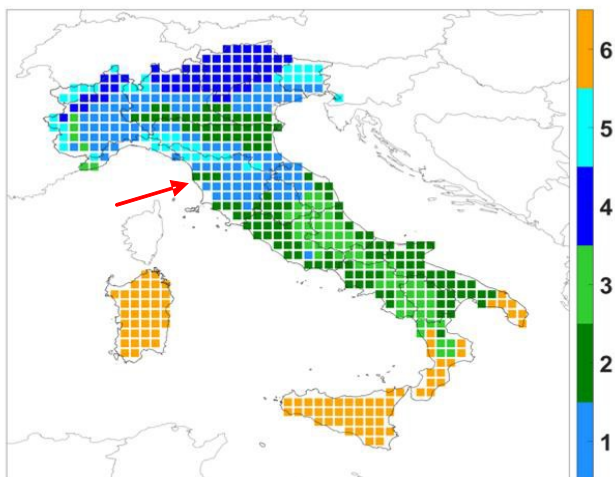
- **Dataset in situ**
- **Andamento valori medi ed estremi per le variabili atmosferiche principali (temperatura e precipitazione)**
- **Calcolo indicatori climatici come proxy dei principali impatti meteo-indotti**

Analisi degli scenari climatici









- **Modelli climatici ad alta risoluzione**
- **Approccio multi-model con valutazione dell'incertezza**
- **Scenari climatici IPCC: RCP4.5 e RCP8.5**
- **Anomalie medie annuali delle variabili e degli indicatori climatici di interesse**
- **Serie temporali dei valori annuali degli indicatori climatici di interesse**

ZONAZIONE CLIMATICA SUL PERIODO DI RIFERIMENTO 1981-2010 (PNACC, 2017)

Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (2017)



Individuazione di sei “**macroregioni climatiche omogenee**” per cui i dati osservati utilizzati riportano condizioni climatiche simili negli ultimi trent’anni (1981-2010) (zonazione climatica) attraverso la metodologia della *cluster analysis* applicata ad un set di indicatori climatici (individuato seguendo Schmidt-Thomé and Greiving 2013) utilizzando il dataset E-OBS (Haylock et al. 2008);

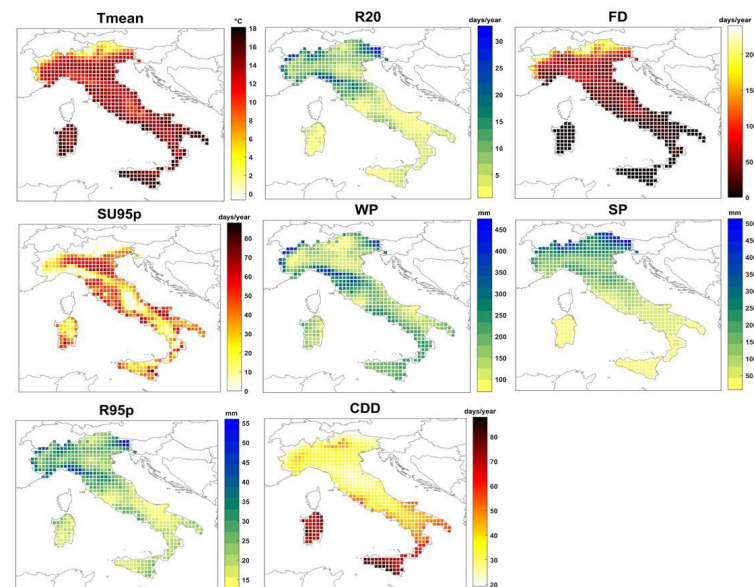
	Temperatura media annuale – Tmean (°C) 	Giorni con precipitazioni intense – R20 (giorni/anno) 	Frost days – FD (giorni/anno) 	Summer days – SU95p (giorni/anno) 	Precipitazioni invernali cumulate – WP (mm) 	Precipitazioni cumulate estive – SP (mm) 	95° percentile precipitazioni – R95p (mm) 	Consecutive dry days – CDD (giorni) 
Macroregione 1 Prealpi e Appennino settentrionale	13 (±0.6)	10 (±2)	51 (±13)	34 (±12)	187 (±61)	168 (±47)	28	33 (±6)
Macroregione 2 Pianura Padana, alto versante adriatico e aree costiere dell'Italia centro-meridionale	14.6 (±0.7)	4 (±1)	25 (±9)	50 (±13)	148 (±55)	85 (±30)	20	40 (±8)
Macroregione 3 Appennino centro-meridionale	12.2 (±0.5)	4 (±1)	35 (±12)	15 (±8)	182 (±55)	76 (±28)	19	38 (±9)
Macroregione 4 Area alpine	5.7 (±0.6)	10 (±3)	152 (±9)	1 (±1)	143 (±47)	286 (±56)	25	32 (±8)
Macroregione 5 Italia centro-settentrionale	8.3 (±0.6)	21 (±3)	112 (±12)	8 (±5)	321 (±89)	279 (±56)	40	28 (±5)
Macroregione 6 Aree insulari ed estremo sud Italia	16 (±0.6)	3 (±1)	2 (±2)	35 (±11)	179 (±61)	21 (±13)	19	70 (±16)

ZONAZIONE CLIMATICA SUL PERIODO DI RIFERIMENTO 1981-2010 (PNACC, 2017)

Indicatore	Abbreviazione	Descrizione	Unità di misura
Temperatura media annuale	Tmean	Media annuale della temperatura media giornaliera	(°C)
Giorni di precipitazione intense	R20	Media annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm	(giorni/anno)
Frost days	FD	Media annuale del numero di giorni con temperatura minima al di sotto dei 0°C	(giorni/anno)
Summer days	SU95p	Media annuale del numero di giorni con temperatura massima maggiore di 29.2 °C (valore medio del 95° percentile della distribuzione delle temperature massime osservate tramite E-OBS)	(giorni/anno)
Cumulata delle precipitazioni invernali	WP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi invernali (Dicembre, Gennaio, Febbraio)	(mm)
Cumulata delle precipitazioni estive	SP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi estivi (Giugno, Luglio, Agosto)	(mm)
Copertura nevosa	SC	Media annuale del numero di giorni per cui l'ammontare di neve superficiale è maggiore di un 1 cm	(giorni/anno)
Evaporazione	Evap	Evaporazione cumulata annuale	(mm/anno)
Consecutive dry days	CDD	Media annuale del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia inferiore a 1 mm/giorno	(giorni/anno)
95° percentile della precipitazione	R95p	95° percentile della precipitazione	(mm)

Per l'analisi della condizione climatica attuale sono stati selezionati 8 indicatori, nello specifico Tmean, R20, FD, SU95p, WP, SP, R95p, CDD.

Per la zonazione climatica sul periodo di riferimento 1981-2010 sono utilizzati solo otto dei dieci indicatori definiti, in quanto *la copertura nevosa e l'evaporazione* non sono forniti da tale *dataset*.



In base agli **indicatori climatici** per l'analisi della condizione climatica attuale sono state redatte le **mappe degli indicatori climatici**.

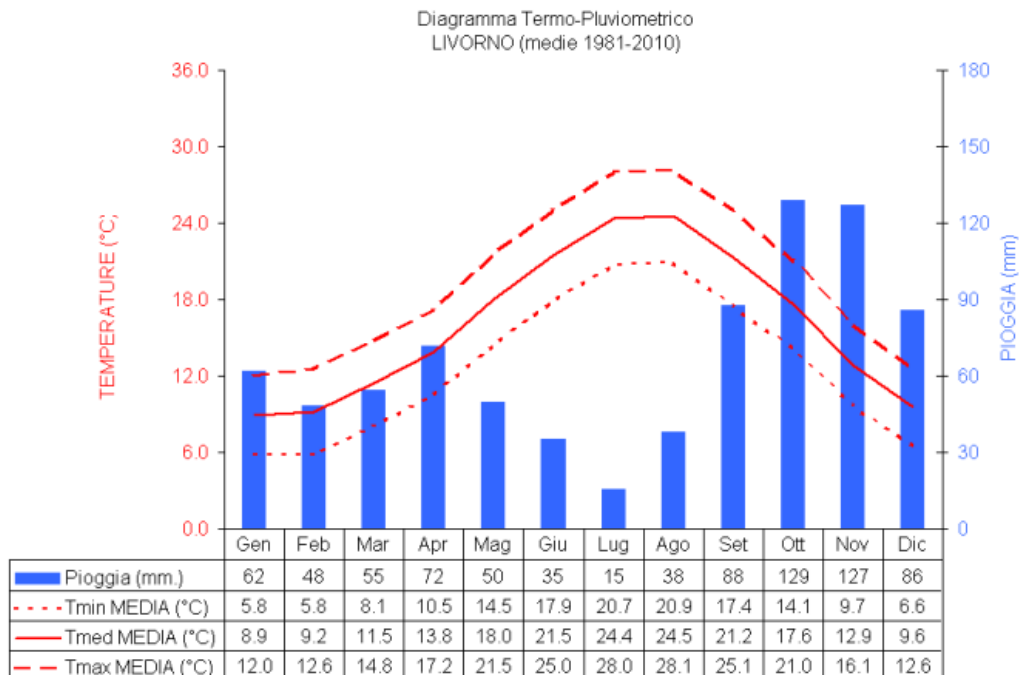
Climatologia di Livorno 1981-2010

Livorno

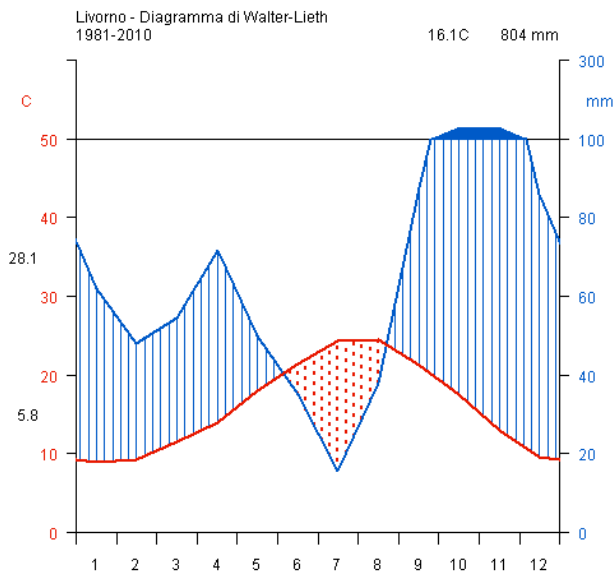
(dati [SIR - Servizio Idrologico Regionale](#))

Lat: 43.55; Long: 10.32; quota: 5 m slm

[Vai a climatologia 1971-2000](#)



Il periodo di **maggior aridità** è Giugno - Agosto, mentre **possibili rischi idrogeologici** sono nel pieno dell'autunno (Ottobre-Novembre; valori mensili delle precipitazioni superiori a 100 mm).



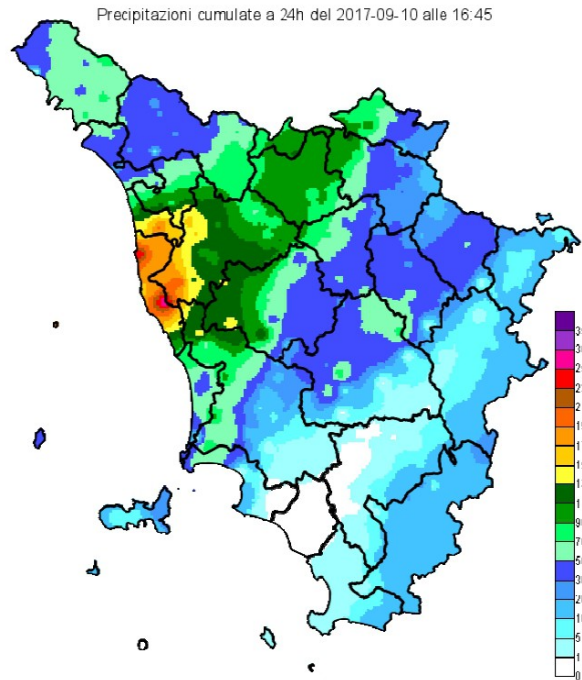
Il grafico del cumulato annuale delle piogge 1981-2010 mostra che il cumulato annuale di pioggia a Livorno è di 804 mm/anno.

LIVORNO CLIMA 1981-2010	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	ANNO
Tmin 1 decade	5,8	6,1	7,2	10,0	13,1	17,0	20,2	21,4	18,4	15,4	11,0	7,5	
Tmin 2 decade	5,9	5,3	8,2	10,1	14,6	17,8	20,6	21,1	17,3	14,3	9,7	6,2	
Tmin 3 decade	5,8	6,0	8,9	11,5	15,6	19,1	21,4	20,3	16,6	12,8	8,3	6,2	
Tmin MEDIA (°C)	5,8	5,8	8,1	10,5	14,5	17,9	20,7	20,9	17,4	14,1	9,7	6,6	12,7
Dev. Std. T min (°C)	1,5	1,6	1,4	0,8	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2	1,4	1,2
Tmax 1 decade	11,7	12,8	13,8	16,5	20,2	23,9	27,3	28,8	26,1	22,5	17,8	13,4	
Tmax 2 decade	12,1	12,0	15,2	16,7	21,4	24,8	27,8	28,3	25,0	21,5	16,1	12,3	
Tmax 3 decade	12,2	12,8	15,4	18,2	22,9	26,3	28,8	27,4	24,1	19,3	14,4	12,0	
Tmax MEDIA (°C)	12,0	12,6	14,8	17,2	21,5	25,0	28,0	28,1	25,1	21,0	16,1	12,6	19,5
Dev. Std. T max (°C)	1,3	1,7	1,3	0,8	1,6	1,2	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2	1,0	1,2
Tmed 1 decade	8,8	9,5	10,5	13,3	16,6	20,5	23,8	25,1	22,2	19,0	14,4	10,5	
Tmed 2 decade	9,0	8,7	11,7	13,4	18,0	21,3	24,2	24,7	21,1	17,9	12,9	9,3	
Tmed 3 decade	9,0	9,4	12,1	14,9	19,2	22,7	25,1	23,8	20,3	16,1	11,4	9,1	
Tmed MEDIA (°C)	8,9	9,2	11,5	13,8	18,0	21,5	24,4	24,5	21,2	17,6	12,9	9,6	16,1
Dev. Std. T med (°C)	1,4	1,6	1,3	0,8	1,3	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1
Pioggia (mm.)	62	48	55	72	50	35	15	38	88	129	127	86	804
Giorni di pioggia	7,5	6,1	6,1	7,5	4,9	4,0	1,7	2,8	5,7	8,4	9,6	8,9	73,2

Secondo il **Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC, 2017)**, la città di Livorno rientra nella **macroregione 2** caratterizzata dal maggior numero, rispetto a tutte le altre zone, di giorni, in media, al di sopra della soglia selezionata per classificare i *summer days* (29,2°C) e al contempo da temperature medie elevate; anche il numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia risulta essere elevato (CDD) in confronto alle altre zone dell'Italia centro settentrionale; il regime pluviometrico, in termini di valori stagionali (WP ed SP) ed estremi (R20 e R95p) mostra invece caratteristiche intermedie.

Il clima della città di Livorno è pertanto un **clima di tipo Mediterraneo**, caratterizzato da **estati calde mitigate dalla presenza di brezza marina, ed inverni non particolarmente freddi.**

Nella notte tra **sabato 9 e domenica 10 settembre 2017** si è verificato un **evento eccezionale**. La pioggia cumulata caduta sulle colline livornesi (dalle 1:45 alle 3:45) è stata di 256 mm in 2 ore. Tale valore è quasi doppio del massimo che si è verificato nel 1970 in 3 ore, ovvero 138,4 mm, ed è pari al 32% di quanto piove mediamente in un anno a Livorno



L'*Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC)*, principale organismo internazionale per la valutazione dei cambiamenti climatici, analizza i **potenziali scenari futuri** che dipendono dalle *future concentrazioni di gas serra* e quindi, in larga parte, dalle decisioni dei governi sulle *politiche da adottare per ridurre le emissioni*.

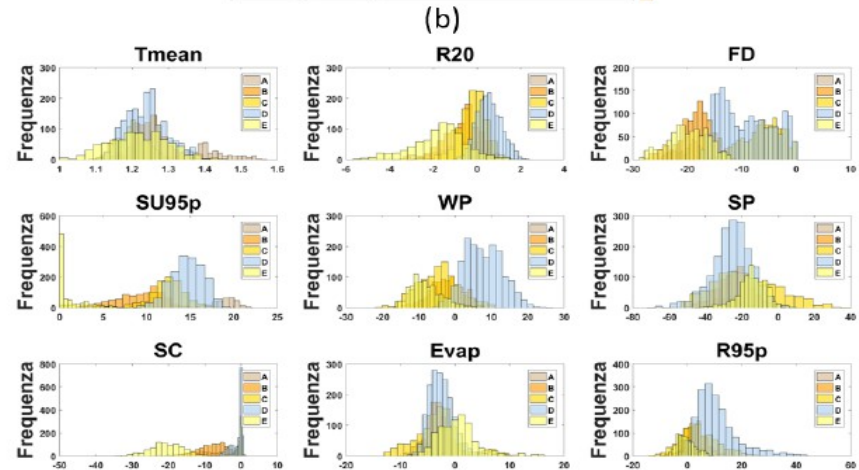
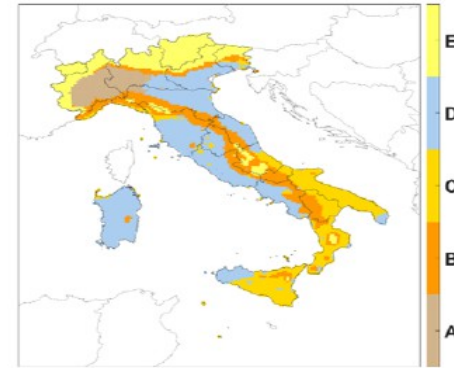
L'analisi delle proiezioni climatiche future per il medio e lungo periodo è stata effettuata utilizzando il modello COSMO-CLM sull'**Italia** considerando gli scenari RCP (*Representative Concentration Pathways*) 4.5 e 8.5:

RCP 4.5 - scenario di stabilizzazione (riduzione consistente): le emissioni crescono leggermente fino al 2040 e poi decrescono;

RCP 8.5 - scenario ad alte emissioni (“business-as-usual”): non prevede particolari politiche di cambiamento, entro il 2100 le concentrazioni atmosferiche di gas serra risultano pertanto triplicate.

Per lo scenario RCP 4.5 l'analisi evidenzia le seguenti caratteristiche nella zona di Livorno:

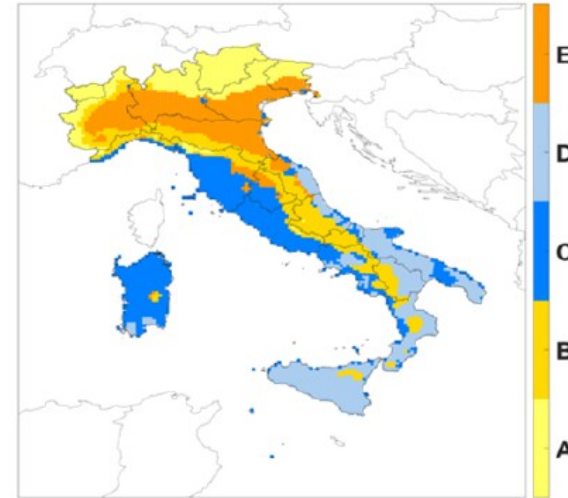
Cluster D (piovoso invernale-secco estivo): il cluster D è interessato da un aumento delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari all'8%) e da una riduzione notevole di quelle estive (valore medio della riduzione pari al 25%). In generale si ha un aumento significativo sia dei fenomeni di precipitazione estremi (R95p) sia dei summer days (di 14 giorni/anno).



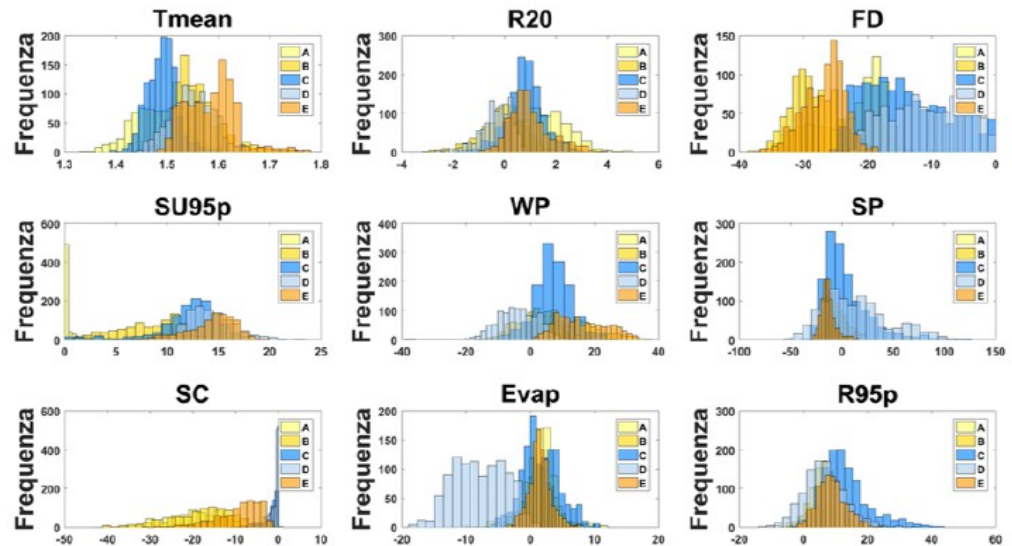
CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (%)	SP (%)	SC (giorni/anno)	Evap (%)	R95p (%)
A	1.4	-1	-20	18	-4	-27	-12	-6	1
B	1.3	-1	-19	9	-2	-24	-8	-3	3
C	1.2	0	-6	12	-5	-18	-1	-3	4
D	1.2	1	-9	14	8	-25	-1	-2	11
E	1.2	-2	-20	1	-8	-15	-21	1	-1

Per lo scenario RCP 8.5 l'analisi evidenzia le seguenti caratteristiche nella zona di Livorno:

Cluster C (piovoso-caldo estivo): il cluster C è interessato da un aumento sia delle precipitazioni invernali che di quelle estive e da un aumento significativo dei fenomeni di precipitazione estremi (valore medio dell'aumento pari al 13%). Infine, si osserva un aumento rilevante dei *summer days* (di 12 giorni/anno).

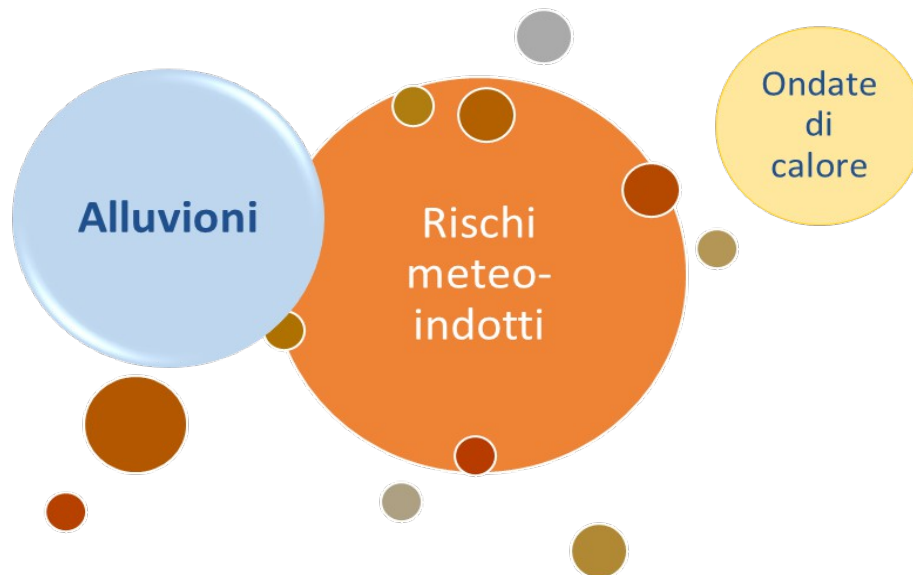


(b)



Tali analisi evidenziano un generale aumento delle temperature per entrambi gli scenari, più marcato nell'RCP8.5, con un incremento fino a 2 °C sul periodo 2021-2050.

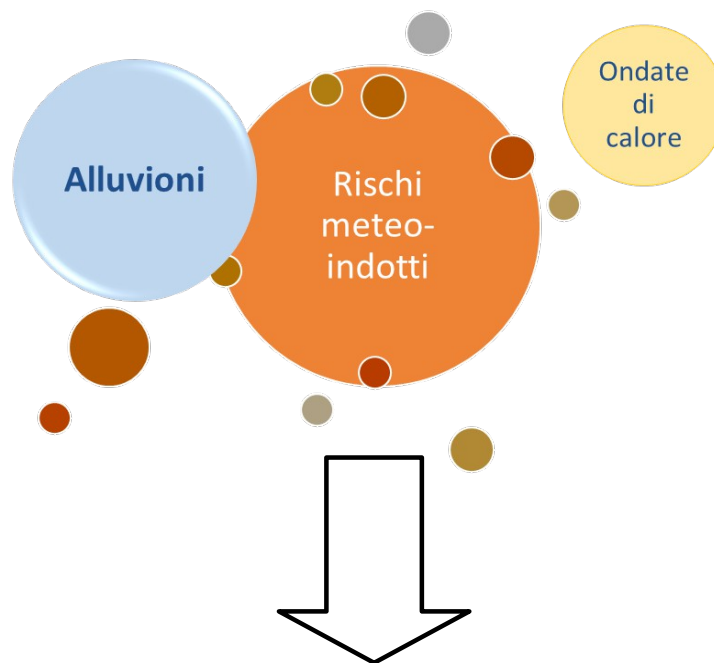
Secondo l'ultimo Report dell'I.P.P.C. entro la fine del 21° secolo, le precipitazioni estreme sono destinate ad aumentare tra il 10 e il 60%, con un associato **rischio di inondazioni** che potrebbero portare al **collasso dei sistemi fognari**.



La situazione risulterà particolarmente a rischio nelle aree urbane in cui si è consentito uno **sviluppo incontrollato**, con edificazione su aree di drenaggio naturali e dove si verifica un **aumento costante della popolazione residente**, che aggrava i potenziali impatti del cambiamento climatico.

A causa della concentrazione di persone e di assetti economici, **le città sono ambienti particolarmente a rischio** dal punto di vista del cambiamento climatico (EEA Urban Adaptation, 2016)

SCENARI CLIMATICI FUTURI CITTA' DI LIVORNO: PIU' GIORNI CON **TEMPERATURE ELEVATE** E **PIOGGE INTENSE**



**URGENZA DI INTRAPRENDERE UN PROCESSO DI
ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI**

Grazie per l'attenzione



www.interreg-maritime.eu/adapt